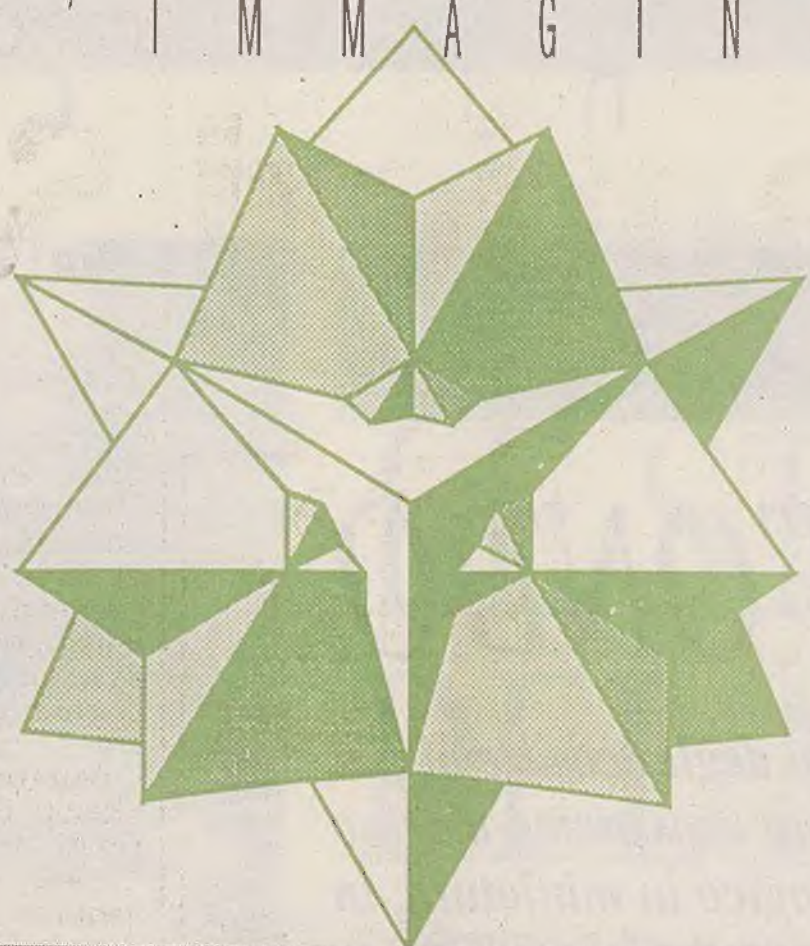
L I S

LABORATORIO DELL'IMMAGINARIO SCIENTIFICO

AGOSTO 1993 - N°12

"Io non so che cosa
possa aver pensato
di me il mondo, ma per conto mio
mi sembra di essere stato
come un fanciullo che,
giocando sulla riva del mare,
si sia divertito a trovare,
di quando in quando,
un ciottolo più liscio
o una conchiglia
più bella dell'ordinario,
mentre l'immenso oceano
della verità stava davanti a me
ancora tutto da scoprire".

Isaac Newton

MARE ADRIATICO

L'IMMAGINARIO SCIENTIFICO NOTIZIE

Nella cartina sono indicati i giacimenti di petrolio o gas nel Mediterraneo già in esercizio e le zone dove c'è speranza di trovarne altri.

Intervista a **ANTONIO BRAMBATI**
Dipartimento di Geologia, Università di Trieste

TESORI IN FONDO AL MARE

Recentemente è stato scoperto un ricco giacimento di petrolio nel mare Adriatico, di fronte alla Puglia. Questa è solo una delle ricchezze che il mare ci offre: sul fondo degli oceani ci aspettano, infatti, immensi tesori che saranno la ricchezza dell'umanità nel futuro.

È recente la scoperta di un giacimento di petrolio nel mare Adriatico al largo di Otranto. Probabilmente non è stata una sorpresa, ma il frutto di una lunga ricerca: come si è arrivati a questa scoperta?

È vero, il rinvenimento del giacimento di petrolio nel Canale di Otranto è frutto di una lunga ricerca. Di regola la ricerca in mare di questo tipo di giacimenti viene effettuata quando le risorse sul continente sono in via di esaurimento e non vi sono più prospettive a terra. Infatti, la ricerca e l'estrazione di olio o gas da giacimenti marini è molto più onerosa, e la si attua quando non ci sono alternative.

La zona dove è stato rinvenuto il giacimento di Otranto, di cui si parla molto nelle ultime settimane, era nota per la sua potenzialità. Lo stesso vale per altre aree nel Mediterraneo: a sud della Calabria, a ovest della Sardegna ecc.

In un passato recente (20-30 anni fa), nel Gargano e nelle Puglie erano già state eseguite delle perforazioni a scopo petrolifero che però non avevano avuto esito positivo. Si pensò allora, che nell'area marina prospiciente le Puglie meridionali potessero sussistere condizioni strutturali e stratigrafiche più favorevoli. La ricerca si spinse così in mare anche in altre aree dell'Adriatico, ma soprattutto nel canale di Sicilia dove ha avuto esito positivo (giacimento di Vega).

Ma quali sono le condizioni per cui un geologo può affermare con una certa sicurezza che in una determinata zona si trova probabilmente del petrolio?

Nella ricerca petrolifera non c'è mai la certezza ma solo la speranza di trovare il petrolio. Si suole dire, infatti, che il geologo è pagato per cercare il petrolio, non per trovarlo. È ovvio che questa è una esagerazione: esistono, infatti, condizioni geologiche che fanno presupporre l'esistenza di un giacimento.

Perché esista un giacimento deve esserci in primo luogo una roccia serbatoio, cioè una roccia porosa e permeabile dove il minerale possa raccogliersi; poi ci deve essere una roccia di copertura impermeabile (ad esempio, argilla) che impedisce al minerale di migrare verso l'alto fino alla superficie. In Puglia da anni le ricerche erano rivolte alla individuazione di rocce di copertura all'interno della potente serie carbonatica che costituisce la roccia serbatoio, una roccia del tutto simile a quella del Carso triestino. Queste condizioni sono oggi state individuate nel Canale di Otranto. Quello di Otranto è un giacimento di avanguardia perché è stato perforato a fondali relativamente alti: la colonna d'acqua è di circa 800 metri. Perforazioni a mare se ne fanno già da parecchi anni ma su bassi fondali, da 20-50 metri fino a un massimo di 200 metri; 800 metri sono quindi un'impresa di un certo impegno che può comportare anche dei rischi.

Si possono già valutare la consistenza e l'estensione del giacimento?

Il potenziale è molto elevato; non è detto però che le condizioni di giacimento lo siano altrettanto. Non sappiamo ancora, cioè, se la roccia di copertura sia molto estesa e se, pur esistendo le condizioni di giacimento, ci sia sempre il minerale. Il più delle volte purtroppo, le rocce serbatoio sono sature di acqua. Se questa ha un'estensione notevole, verso nord e verso sud, il giacimento può essere molto più ampio di quanto si pensi oggi. Le prime stime attribuiscono al giacimento di Otranto una produzione che potrebbe coprire circa il 5% del fabbisogno nazionale. Il che non è poco!

Questo giacimento è una specie di perla unica, oppure l'Adriatico ci riserva altre sorprese?

La scoperta di questo giacimento rappresenta un obiettivo raggiunto, obiettivo che potrebbe essere solo il primo di una serie più lunga. Infatti, i giacimenti non sono distribuiti casualmente, ma sono generalmente disposti secondo sequenze che riflettono l'andamento delle strutture geologiche, oppure direttrici privilegiate.

Se osserviamo l'Adriatico, la forma del tacco dell'Italia, gli Appennini,... ci rendiamo conto che tutte queste strutture sono allineate lungo una direttrice, la cosiddetta «direttrice appenninica». I giacimenti italiani sono spesso allineati secondo la direttrice appenninica, cioè da nordovest a sud-est. Per ora abbiamo messo le mani su una prima struttura, quella più favorevole. Può darsi che ce ne siano altre.

(segue in ultima pagina)

Una petroliera giunge a riva e stiva il suo carico nel porto tunisino di Binzert.

RITRATTO DELL'ADRIATICO

Intervista a **SERENA FONDA UMANI**
Direttore del Laboratorio di Biologia Marina di Trieste

L'Adriatico è uno dei mari più produttivi del mondo: rappresenta un patrimonio ambientale, naturalistico ed economico da salvaguardare. E' un ecosistema «rustico» giovanile ed esuberante, e perciò dotato di ottime capacità di ripresa rispetto alle sollecitazioni cui è sottoposto.

Che cosa rappresenta e che cosa può rappresentare il Mare Adriatico per chi ci abita intorno, dal punto di vista dell'ambiente, delle risorse economiche, della ricerca scientifica e tecnologica?

L'**Adriatico**, per la sua particolare morfologia e per i numerosi apporti di acque dolci, è una delle parti più produttive del Mediterraneo. Per questo possono nascere dei problemi di *iperproduzione*, cioè di troppa produzione di **biomassa** che può restare confinata. Ma la questione, poi, non è tanto *quanto* si produce ma *dove* si produce. Se questa produzione può essere *esportata* (dalle correnti e distribuita lungo la **catena alimentare**) non si verifica alcun inconveniente, ma si ottengono tutti i vantaggi di un mare molto produttivo, molto ricco di pesce, ad esempio. L'**eutrofizzazione**, anche quando compare, è confinata in aree precise: e sono le coste occidentali sotto la foce del Po, alcune baie e lagune. Non riguarda assolutamente le acque aperte dell'Adriatico, men che meno il bacino centrale e il bacino meridionale.

Da un punto di vista *sociale* la ricchezza dell'Adriatico si misura in base a due parametri. Uno è la tutela dell'ambiente soprattutto costiero (ai fini turistici e della balneazione) che deve essere protetto facendo in modo, appunto, che non ci siano confinamenti di iperproduzione. L'altro è la pesca e in generale le risorse derivanti dalla produzione, che quindi non va abbassata ma va, in un certo senso, veicolata in modo corretto.

Per quanto riguarda lo *sfruttamento*, il punto è che molto raramente si fanno delle scelte di base sull'utilizzo di certe aree. In genere si vorrebbero sommare tutti gli utilizzi. Prendiamo un esempio locale: il porto di Trieste. La gente pretende di avere una qualità delle acque tale da consentire la balneazione e da poter sviluppare mitilicolture, garantendo nello stesso tempo transiti di superpetroliere, e magari sviluppando anche la portualità diportistica. È ovvio che l'uso molteplice della risorsa territorio crea dei conflitti.

Da un punto di vista della *ricerca scientifica*, direi che l'Adriatico, soprattutto il suo bacino settentrionale, costituisce un bellissimo problema, proprio per una delle sue caratteristiche peculiari, cioè l'estrema variabilità interannuale di tutto il sistema. E chi ci lavora da 20 o 30 anni sa come sia estremamente difficile fare una previsione da un anno all'altro sull'evoluzione di determinati fenomeni. In Adriatico, soprattutto nel bacino settentrionale, non c'è niente di normale. La *sua normalità* è la *non normalità*.

Tuttavia lo stato della ricerca sull'Adriatico soffre della carenza di un progetto nazionale a lungo termine, che coinvolga i laboratori marini di tutte le regioni adriatiche per un monitoraggio coordinato. In mancanza di un progetto su scala nazionale, i singoli laboratori si ritrovano spesso a dover lavorare sulle emergenze, vale a dire su fenomeni quali fioriture, mucillagini, carenze di ossigeno ecc. quando si sono già manifestati. Così è ben difficile ottenere una prospettiva attendibile sull'evoluzione globale del bacino.

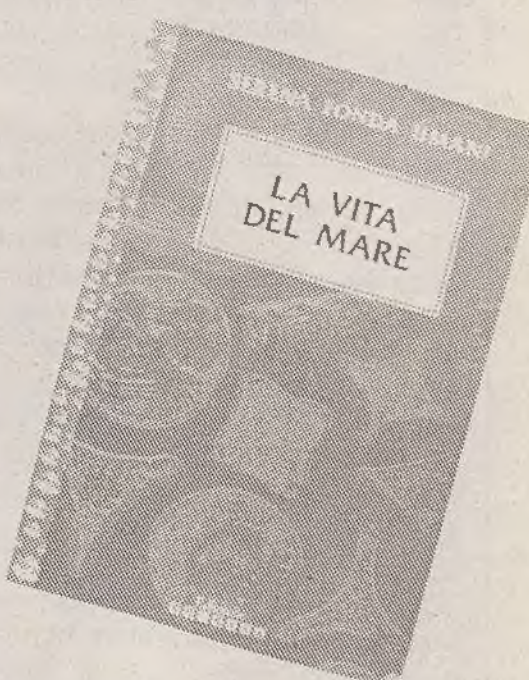
Da un punto di vista *tecnologico* i problemi si fanno ancora più gravi, perché ovviamente qualunque tipo di soluzione (penso per esempio al problema delle depurazioni) va valutata caso per caso. Prima di qualunque tipo di intervento tecnologico occorre conoscere molto bene il funzionamento del sistema col quale si va a interagire.

Un esempio concreto?

La scelta tra lo sversamento dei reflui della depurazione da costa o attraverso condotte sottomarine. In funzione dell'ambiente dove si va a sversare, si sceglierà o meno di fare una condotta: se si sversa a mare in un'area costiera idrodinamicamente molto attiva non si hanno problemi di confinamento di biomasse, di **nutrienti**; se invece si deve sversare in aree molto confinate, questo diventa sicuramente un danno.

Il Golfo di Trieste è un sistema confinato?

È abbastanza confinato ma, tutto l'Adriatico, durante l'inverno viene completamente ricambiato: non ha memoria da un anno all'altro. Non funziona come un lago; in un lago gli effetti si sommano, mentre in mare, anche se il suo ricambio è rallentato, come può essere il caso dell'Adriatico, da un anno all'altro non resta memoria.

(segue in ultima pagina)

Serena Fonda Umani è autrice in un Quaderno del laboratorio, *La vita del mare*, (Editoriale Scienza, Trieste 1993): il mare viene paragonato a un grande organismo vivente che si muove e si trasforma nel tempo.

IN QUESTO NUMERO

M A R E A D

MICHAEL STACHOWITSCH
Istituto di Zoologia, Università di Vienna

UN RIMEDIO PRO-FONDO

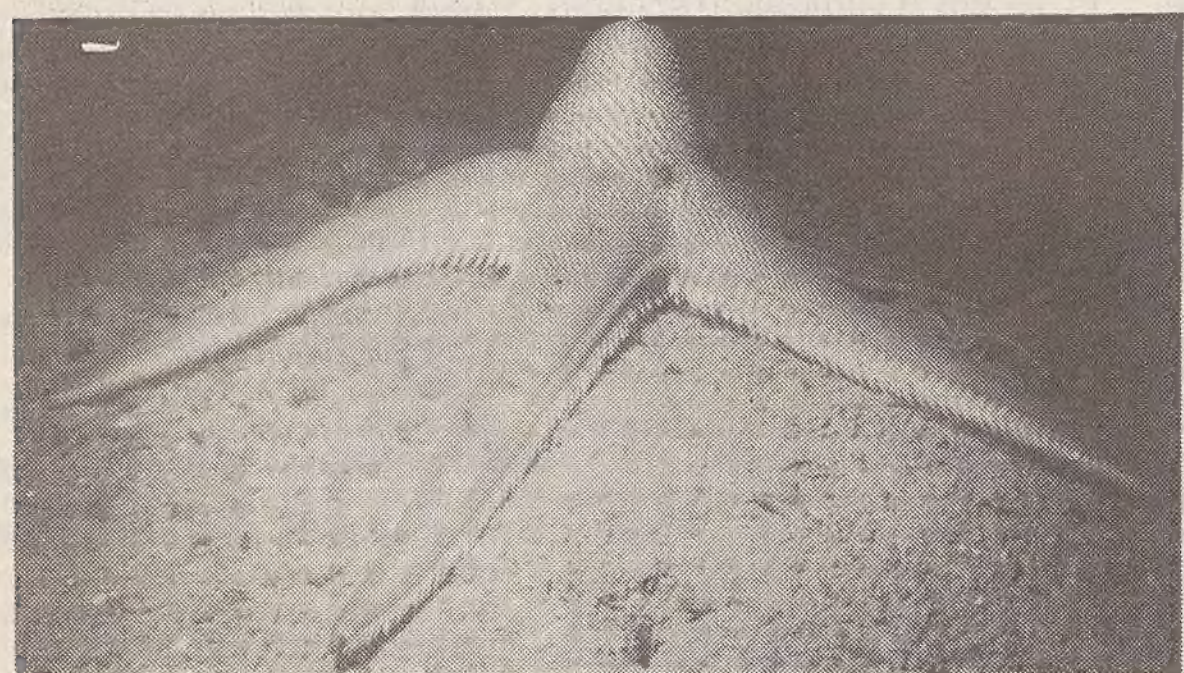
Le acque basse, come l'Adriatico Settentrionale, sono uno degli ecosistemi più sensibili e più in pericolo. Un requisito fondamentale per un ecosistema marino funzionante è il fondo intatto. Le stazioni di filtraggio biologico in miniatura, in sperimentazione nel Golfo di Trieste, potranno essere una soluzione pratica e poco costosa per migliorare la qualità dell'ambiente marino.

Tra gli ecosistemi marini, uno dei più importanti, sia dal punto di vista ecologico che da quello economico, è sicuramente quello delle acque costiere poco profonde. Eppure questo è anche uno degli ambienti più in pericolo. I sintomi che esso presenta, e che sono documentati in tutto il mondo, comprendono l'invasione delle rive da parte di macroalghe, le eccessive fioriture di **fitoplancton**, la diminuita trasparenza dell'acqua, la carenza di ossigeno e le morie in massa degli organismi che vivono sul fondo del mare. Nell'Adriatico settentrionale, questi sviluppi sono accompagnati dalla ingente produzione di mucillagini (*marine snow* o «mare sporco»). Nel loro complesso, questi fenomeni sono classici indicatori di **eutrofizzazione.** Nel corso di questo secolo le immissioni di **nutrienti** nell'Adriatico settentrionale sono andate evidentemente moltiplicandosi, ma si continua a discutere su quale ruolo abbia l'attività umana nell'insorgere di questi disturbi.

Non possiamo tentare di risolvere qui questa controversia. Ciò che importa, semmai, è di rilevare come l'Adriatico settentrionale sia popolato da complesse comunità di animali, la cui **biomassa** è molte volte maggiore di quella mediamente osservabile in Mediterraneo. Questa fauna consiste prevalentemente di organismi filtratori, come spugne, bivalvi, ascidie e anellidi. In acque basse, come quelle del Golfo di Trieste, tali comunità possono prelevare dall'acqua grandi quantità di materiale (**plancton, batteri**, mucillagini incipienti e altro materiale in sospensione) e in tal modo regolare i processi che avvengono nelle acque soprastanti, influendo sulla qualità dell'acqua e sulla stabilità dell'intero ecosistema. Perciò queste comunità svolgono una funzione di «controllo naturale dell'eutrofizzazione».

Purtroppo i problemi ecologici dell'Adriatico settentrionale hanno dimostrato che anche questi meccanismi stabilizzatori possono soccombere. La distruzione di queste comunità bentoniche rappresenta una destabilizzazione a lungo termine, rispetto a cui le più appariscenti fioriture planctoniche e gli episodi di mare sporco sono ricorrenze transitorie, ben presto neutralizzate dall'opera del vento e dalle correnti. Così l'importante fauna distrutta dalla penuria di ossigeno del settembre 1983 non si è ancora completamente ripresa a tutt'oggi. Tale ricupero è stato ulteriormente ostacolato da reiterati episodi di **anossìa**, come pure dall'attività della pesca commerciale, che con draghe e reti a strascico deturpa il fondo marino più o meno come un aratro che scavi dei solchi in un campo.

Il problema ambientale dell'Adriatico settentrionale può essere risolto solo dal punto di vista dell'ecosistema. Un requisito fondamentale di un ecosistema marino funzionante è un fondo intatto. Perciò si deve fare in modo di garantire il recupero e la buona salute di questa fauna. Una strategia biologica in questo senso, che l'autore di queste righe sta brevettando in Austria e in Italia, si basa sulla collocazione sul fondo marino di strutture appositamente progettate perché tali organismi vi possano aderire sviluppandosi in maniera ottimale. Una serie di test iniziali compiuti nel Golfo di Trieste dimostrano che queste strutture, piccole e poco dispendiose, si popolano rapidamente di organismi trasformandosi in «stazioni di filtraggio biologico» in miniatura. Si tratta di una soluzione che può aiutare a combattere tutti i sintomi di eutrofizzazione sopra descritti utilizzando le naturali potenzialità filtranti-predatorie degli organismi marini capaci di depurare l'acqua. D'altronde questa impostazione rappresenta l'unica soluzione per migliorare la qualità dell'ambiente marino una volta che i nutrienti e altre sostanze inquinanti siano già stati immessi nel mare. Questa strategia, se coordinata con interventi a lungo termine, volti ad arginare l'inquinamento e a ricuperare gli ambienti fluviali e costieri, potrà aiutare a far sì che il Golfo di Trieste torni nuovamente ad essere uno degli ecosistemi più interessanti del Mediterraneo.

Questa stella marina *Astropecten* ha fatto l'indigestione di molluschi; in seguito all'anossia verificatasi nel Golfo di Trieste nel 1983, moltissimi molluschi che di solito vivono infossati in profondità sono risaliti in cerca di ossigeno per diventare così una facile preda.

la scienza da sfogliare

Un mare di libri

Al mare e ai suoi vari aspetti sono stati dedicati innumerevoli libri, con cui si potrebbe formare una biblioteca vastissima. Ecco alcune indicazioni per un primo orientamento.

Per una panoramica sulla storia geologica e biologica del mare come ambiente, il libro da leggere è quello di Rachel L. Carson *Il mare intorno a noi,* Einaudi, Torino 1973.

Come introduzione all'oceanologia, vanno ricordati *Oceano, ultima frontiera,* a cura di R.C. Vetter, Mursia, Milano 1977 e Ferruccio Mosetti, *Il volto degli oceani,* Mondadori, Milano 1978. Ai problemi delle coste è dedicato il Quaderno del laboratorio di Antonio Brambati *La terra e il mare,* Editoriale Libraria, Trieste 1990.

Un'introduzione alla fisica del mare si trova nel Quaderno del laboratorio di Franco Stravisi, *Il mare e il clima,* Editoriale Libraria, Trieste 1991.

Tra i volumi che possono servire di introduzione alla biologia marina, segnaliamo: F. Cinelli, *La vita del mare,* Editori Riuniti, Roma 1982; Elvezio Ghirardelli, *La vita nelle acque,* Utet, Torino 1982; Giuseppe Cognetti e M. Sarà, *Biologia marina,* Calderini, Bologna 1974, Giuliano Orel, *La vita in fondo al mare,* Editoriale Scienza, Trieste 1991. Un'interessante introduzione agli ecosistemi marini è quella offerta dal Quaderno del laboratorio di Serena Fonda Umani *La vita nel mare,* Editoriale Scienza, Trieste 1993.

Per chi desideri riconoscere e identificare gli organismi che si incontrano a tu per tu nei nostri mari, un manuale illustrato recente e scientificamente affidabile è Rupert Riedl, *Fauna e flora del Mediterraneo,* Muzzio, Padova 1992; di più agile consultazione ma non facile reperimento è Wolfgang Luther e Kurt Fiedler, *Guida alla fauna marina costiera del Mediterraneo,* Labor, Milano 1965.

Sulla storia dello sfruttamento delle risorse marine, è di interessante e piacevole lettura R. Vaissière, *L'uomo e il mondo sottomarino,* Mursia, Milano 1970; agli aspetti economico-giuridici è dedicato *Lo sfruttamento dei fondi marini internazionali,* a cura di T. Treves, Giuffrè, Milano 1982.

Dei problemi della difesa del mare come ambiente e territorio tratta l'importante studio della Fondazione Agnelli intitolato *Manuale per la difesa del mare e delle coste,* a cura di Antonio Brambati, Torino 1990; ricordiamo poi Uli Mayer, *La salvezza del mare,* Muzzio, Padova 1989. All'inquinamento marino è dedicato il Quaderno del laboratorio di Elvezio Ghirardelli, *Fisiologia e patologia del mare,* Editoriale Libraria, Trieste 1990. Infine, quale primo orientamento ai problemi ambientali del Mediterraneo (pur con le riserve che può ispirare certa faciloneria ambientalistica) va ricordato il libro sponsorizzato da Greenpeace intitolato *Il Mediterraneo,* a cura di Xavier Pastor, Editoriale Giorgio Mondadori, Milano 1991.

E per finire le enciclopedie, come quella curata da F. Quilici, intitolata *Grande enciclopedia del mare,* 8 volumi, Curcio, Roma 1976; più recente è *Il mare. Grande enciclopedia illustrata,* edita da De Agostini, 10 volumi, Novara 1979-1981.

1. Il «Castorino» manovra per ormeggiare nel porticciolo di Aurisina Filtri.
2. Preparando la sonda: Paola e Nino si apprestano a calare la gabbia contenente i sensori da cui verranno misurati e registrati i principali parametri dell'acqua a varie profondità.
3. La bottiglia di Niskin: serve a prelevare dei campioni di acqua a una determinata profondità.
4. Francesca si prepara a calare il disco di Secchi per misurare la trasparenza dell'acqua.
5. Giulio al bigo: la draga, carica di sedimenti e animali, sta per essere issata a bordo.
6. Il fango prelevato dalla draga.
7. Ora si tratta di lavare il fango sopra il setaccio, per raccogliere tutto quello che è più grande di un millimetro. Ciò che resta nel setaccio verrà messo sotto formalina per essere osservato in laboratorio.

RITORNA[TI]

All'esplorazione del fondo del Golfo [di Triest]

Filtri di Aurisina, ore 8. Il «Castorino» (foto 1) arriva da Grado: è un battello da lavoro di 9 metri, dotato delle tecnologie necessarie per effettuare i periodici prelievi d'acqua marina e di campioni del fondo grazie a cui i ricercatori del Laboratorio di Biologia Marina «tastano il polso» al Golfo.

Oltre al proprietario del battello, Nino Carezza, partecipano all'uscita Giulio Brizzi, Paola Landri e Francesca Goriup, contrattisti del Laboratorio con una discreta esperienza di attività di ricerca sul campo: le uscite in Golfo si effettuano tutto l'anno, almeno due volte l'anno per il **benthos** (ossia quegli organismi marini che dipendono stabilmente dal fondo: nel nostro caso gli organismi residenti o sessili che vivono a diretto contatto con il limaccioso fondale del Golfo triestino), e una volta al mese per il prelievo di campioni della colonna d'acqua. Per non parlare delle immersioni che si effettuano periodicamente per raccogliere altri e più delicati tipi di organismi che si scavano un rifugio sotto lo strato superficiale del fondo.

Stamattina, oltre ai prelievi d'acqua nelle varie stazioni di campionamento disseminate per il Golfo, useremo la draga e la benna per raccogliere un campione degli organismi che vivono in un particolare punto del Golfo, al largo dell'Isonzo.

Anzitutto l'acqua: ne preleveremo in 5 stazioni che corrispondono ad altrettante uscite di condotte a mare. Poi il fondo, di cui raccoglieremo dei campioni nella stazione di campionamento AA1 (sta per «Alpe Adria 1»), soprannominata «la maledetta».

Le stazioni di campionamento sono collocate nei punti più critici del Golfo: per la misurazione dell'ossigeno in corrispondenza degli sbocchi fognari (là dove l'immissione da parte dell'uomo di sostanza organica, **nutrienti** e **batteri** provoca un maggiore consumo dell'ossigeno disciolto nell'acqua) e per i prelievi bentonici in corrispondenza dell'arrivo dei sedimenti più leggeri dell'Isonzo (là dove il limo è così leggero che le acque sul fondo sono perennemente torbide, da cui l'appellativo di «maledetta», coniato da un biologo subacqueo alle prime armi che in quel mare di fango aveva perso completamente il senso dell'orientamento, e non riusciva più a trovare la direzione della superficie).

A ogni stazione di campionamento si cala anzitutto una sonda multipla collegata a una centralina elettronica (foto 2), che raccoglie dati sulle caratteristiche fisico-chimiche dell'acqua (profondità, [tem]peratura, salinità, conduttiv[ità,] PH, ossigeno disciolto e clor[ofil]la).

«Siamo all'inizio di giugno, [l'ac]qua comincia a stratificarsi», [os]serva Francesca; infatti inizia a [in]staurarsi il **termoclino**, cioè q[ue]lo «scalino» di temperatura e d[en]sità che caratterizza la tarda e[sta]te: acqua calda (meno densa) [in] superficie e fino a una certa p[ro]fondità, acqua più fredda e d[ensa] al di sotto di tale quota.

Questa barriera termica osta[cola] la circolazione dell'acqua dall['al]to verso il basso e quindi la sua [os]sigenazione vicino al fondo, [con] la conseguente comparsa di [...] fenomeni di **ipossìa** o di **ano[ssìa]** (vale a dire di grave carenza [o] pressoché totale assenza di oss[ige]no) che provocano morie tra [gli] animali del fondo più sensibi[li a] tali variazioni, fra cui anch[e la] *Turritella* e l'*Aporrhais pes [peli]cani*. Il termoclino si inst[aura] quando il calore del sole si fa [sen]tire già da un bel po' di temp[o e] le conseguenze peggiori di qu[esto] «muro di separazione» tra [...] d'acqua si osservano appena [al] sopraggiungere delle bonacce [di] tarda estate: le anossie più gra[vi si] verificano infatti in agosto e in s[et]tembre.

Oltre alle misurazioni con la s[on]da multipla (che come tutti i m[ar]chingegni può indurre in err[ore] essendo di non facile né stabile [ta]ratura), si effettuano dei prel[ievi] di campioni d'acqua (foto 3) [per] poi analizzarli in laboratorio.

Al largo di Muggia (dove sb[occa] la condotta «incriminata», con[tras]segnata da una vistosa «sc[...] con fanali e sirene) l'acqua [rag]giunge il punto di massima [pro]fondità, 23 metri «Il posto peg[gio]re per le anossie» osserva Fra[nce]sca, mentre si appresta a imme[rge]re il disco di Secchi (foto 4) [...] semplice disco bianco che s[...] per determinare la trasparenza [del]l'acqua (si cala finchè rimane [visi]bile, quando scompare si an[nota] la profondità): qui la visibilità [è di] 10,5 m. In profondità l'acq[ua è] fresca (13,6°C) e il tenore di [ossi]geno è elevato (9 ppm, cioè [parti] per milione).

Arriviamo infine al prelievo [prin]cipale della giornata, sulla «[male]detta» (più scientificam[ente] AA1, coordinate 45° 39,458' [N] 13° 35,909' E), al largo della [foce] dell'Isonzo. La visibilità è sc[arsa] già in superficie (7,5 m) ma [...] da credere che sul fondo peg[giori] di molto. Oggi la temperatu[ra in] superficie è di ben 24,8°C, (os[sige]no 6,18 ppm), sul fondo scen[de a] 13°C circa (mentre l'ossigeno [...]

8. Ecco quello che c'era di vivo in alcuni barattoli di vario materiale di origine organica raccolto nel setaccio. Nella capsula di Petri si riconoscono ofiure, policheti, molluschi bivalvi, un gamberetto e... ma sì, è proprio una *Turritella*!

TURRITELLA !!!

...rieste con i ricercatori del Laboratorio di Biologia Marina

...sciolto, la cui quantità varia in funzione inversa della temperatura, sale a 8,20 ppm).

Dopo i fatidici prelievi d'acqua, è la volta della draga, un robusto attrezzo che una volta calato sul fondo, con il suo stesso peso «morde» il fango, e in tale posizione semiaffondata viene trascinato dal potente motore dell'imbarcazione per poi essere issato a bordo (foto 5).

In questo modo si raccolgono circa 50 litri di fango grigio, viscido, appiccicoso (foto 6), che poi viene accuratamente e integralmente passato al setaccio fine (a maglie di 1 mm, foto 7) per raccogliere ogni forma vivente: il «pescato» consiste prevalentemente di policheti (detti anche vermi) e lamellibranchi (ossia conchiglie bivalvi: foto 8; da profano spero che il fondo ospiti anche dei pesci, ma che questi siano stati abbastanza furbi da filarsela in tempo): numerosi i policheti del genere *Maldane* (sui quali si disquisisce se stiano affondati nel fango con la testa in giù o con la testa in su). Accanto alle *Maldane* prosperano i minuscoli bivalvi del genere *Corbula*; anzi, pare che queste siano le due specie dominanti. «Sono quelle che meglio resistono alle carenze di ossigeno» spiega Giulio. Tra i molti gusci di conchiglie che rimangono nel setaccio ve ne sono di altri, diversi e più belli, come appunto quelli di *Turritella*, *Aporrhais*, *Chlamis*, *Pinna*... «In gran parte morte» commenta Paola, mentre riversa in un barattolo di formalina il contenuto del setaccio «e senza interesse per noi. In laboratorio faremo la cernita di ciò che è vivo e ciò che è morto: solo le specie catturate vive sono significative; le conchiglie morte possono essere qui da chissà quanti anni, e non ci dicono nulla sulla situazione presente». A giudicare dal numero di conchiglie morte, il fondo, là sotto, dev'essere davvero monotono oggi.

Effettivamente quella che abbiamo visitato è una stazione molto «povera» di specie. Il Golfo di Trieste va soggetto alle anossìe anzitutto a causa della sua conformazione fisica: la circolazione delle acque è molto limitata, soprattutto d'estate. E però, fra i vari fattori che contribuiscono alla diminuzione della diversità delle specie, l'immissione di scarichi urbani può aggravare le condizioni per cui si manifestano gli episodi di anossìa. Quindi, se ai nostri governanti non possiamo chiedere che, con la bacchetta della fata turchina, ritrasformino il fondo del Golfo in un brulichìo di vita, non ci resta che indirizzare a lei, eleggendola a nostra eroina a nome di tante altre specie, il nostro accorato invito: «Ritorna, *Turritella*!».

A sinistra *Turritella communis*.

6

7

Glossario minimo di Biologia Marina

Anossìa: mancanza di ossigeno, provocata al mancato rimescolamento della colonna d'acqua.

Autotrofo: organismo capace di produrre autonomamente le sostanze che costituiscono le sue cellule; un autotrofo utilizza l'energia luminosa (nel caso dei vegetali) o chimica (nel caso di certi batteri) per trasformare la sostanza inorganica in materia organica, nutrendosi di sostanze autoprodotte.

Batterio: organismo unicellulare di dimensioni molto piccole caratterizzato dal fatto che l'unica cellula di cui è costituito non possiede un nucleo delimitato da una membrana.

Benthos: animali e vegetali che vivono a stretto contatto con il fondo marino; esempi sono i coralli, i crostacei e i gasteropodi.

Biomassa: quantità in peso di sostanza organica prodotta in un determinato periodo di tempo; serve come indicatore della capacità produttiva di un determinato ambiente.

Catena alimentare: serie di passaggi dell'energia, sotto forma di sostanza organica, attraverso diversi organismi che dividono lo stesso ambiente, nutrendosi gli uni degli altri secondo un procedimento gerarchico: produttori primari (autotrofi), consumatori primari, secondari e terziari (eterotrofi).

Consumatori di terzo grado: sono gli organismi che stanno al quarto livello della catena alimentare, cioè sono i carnivori che si nutrono di altri carnivori.

Consumatori primari: sono gli organismi che vivono a spese dei produttori primari e che quindi si trovano al secondo livello della catena alimentare.

Consumatori secondari: sono gli organismi carnivori che si nutrono dei consumatori primari. Stanno al terzo livello della catena alimentare.

Eterotrofo: organismo che ricava l'energia che gli serve per le funzioni vitali nutrendosi di altri organismi animali o vegetali. Sono eterotrofi tutti gli animali, pochi vegetali (per esempio i funghi) e la maggior parte dei batteri.

Eutrofia: abbondanza di nutrienti, in particolare di sali di azoto e sali di fosforo. L'eutrofia può causare una proliferazione incontrollata dei produttori primari e quindi uno sbilanciamento dell'equilibrio del mare.

Fotosintesi: processo che ha luogo nei vegetali che contengono clorofilla e permette la trasformazione di energia luminosa in energia chimica; in questo modo avviene la trasformazione di sostanze inorganiche semplici (acqua e anidride carbonica) in sostanze organiche utili per la vita (zuccheri e quindi amidi).

Ipossìa: carenza di ossigeno negli strati profondi delle colonne d'acqua.

Nutrienti: sono essenzialmente sali di azoto, di fosforo, di silicio e di calcio, ferro e alcune vitamine, che servono a costituire molecole complesse, proteine, strutture scheletriche, ... Nessun organismo vivente è in grado di sintetizzare queste sostanze da solo e deve quindi assumerle dall'esterno.

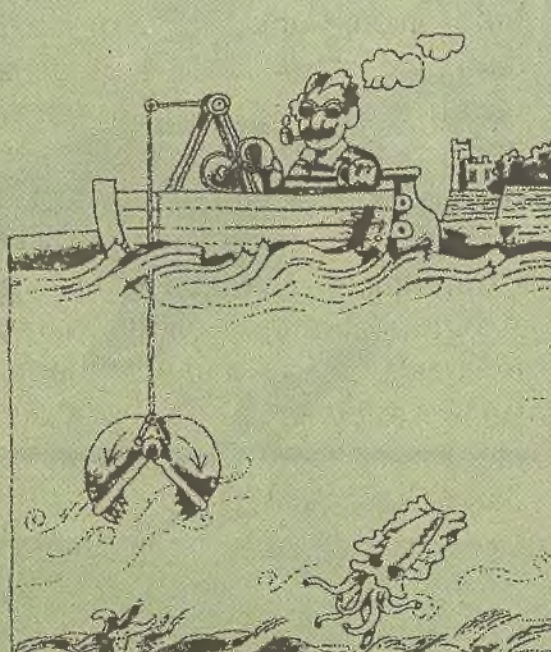
Plancton: organismi acquatici (normalmente di piccole dimensioni) animali (zooplancton) o vegetali (fitoplancton) che vivono lasciandosi trasportare dalle correnti, senza muoversi in modo attivo.

Produttori primari: organismi che producono nuova sostanza organica direttamente con la fotosintesi e costituiscono il primo anello della catena alimentare.

Respirazione cellulare: serie di reazioni di ossidoriduzione in cui le molecole complesse quali zuccheri, acidi grassi, ... vengono scomposte in molecole più piccole (anidride carbonica e acqua); nel processo viene liberata energia chimica (sotto forma di ATP). La respirazione è il processo inverso della fotosintesi.

Termoclino: strato della colonna d'acqua in cui avviene una brusca variazione della temperatura.

Unicellulare: organismo costituito da un'unica cellula in grado di svolgere tutte le funzioni vitali.

Zona eufotica: strato di acqua in cui c'è luce sufficiente da permettere la fotosintesi. È quindi la zona dove avviene la produzione primaria.

GIULIANO OREL
Dipartimento di Biologia, Università di Trieste

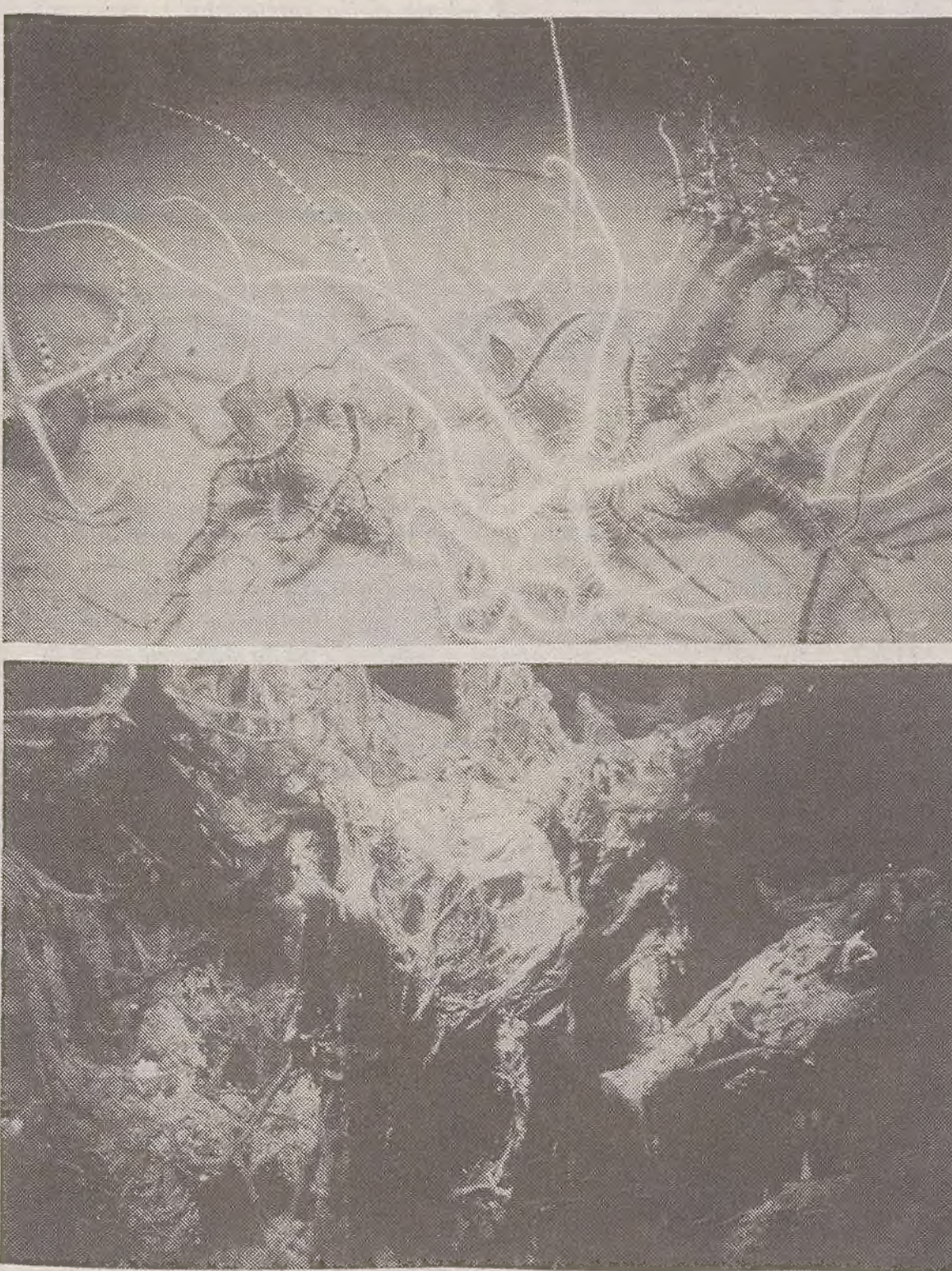
LE STAGIONI DEL MARE

Lo scambio tra le acque del fondo, povere di ossigeno, con quelle superficiali è necessario; altrimenti si arriva all'anossia, che causa la morte di molti organismi.

Nell'Alto Adriatico, alla fine dell'estate, quando il prolungarsi del bel tempo determina condizioni di scarso ricambio tra la superficie e il fondo del mare, le acque del fondo si impoveriscono di ossigeno e, in particolari condizioni, si può arrivare all'**anossìa.** Nel 1977, ad esempio, si verificò un'anossìa nel Golfo di Venezia; questo fenomeno fu dovuto a una rara successione di eventi idrologici e meteorologici e in particolare a un eccezionale regime del Po che nei primi mesi di quell'anno scaricò 62 chilometri cubi d'acqua contro una media di 37 chilometri cubi dei sei anni precedenti. Lo stratificarsi in superficie di quest'acqua dolce, quindi più leggera, ebbe un effetto simile a quello dell'olio che gli antichi marinai spargevano in mare per placare le onde, cioè quello di stabilizzare la colonna d'acqua e quindi di aumentare quelle condizioni di calma idrodinamica che favoriscono le anossìe. È ormai accertato che lo spostamento di acque di fondo povere di ossigeno provoca delle migrazioni di massa degli organismi che vivono sul fondo che scappano alla ricerca di acque superficiali più ossigenate. Durante l'anossia del 1977, le acque anossiche si spostarano verso nord; ai confini di queste masse d'acqua povere di ossigeno, i pescatori effettuarono catture molto abbondanti, spesso dette «pesche facili», caratterizzate da una mescolanza di pesci che normalmente non vengono catturati insieme o non comunque con quel tipo di rete.

Un fatto analogo si verificò nel Golfo di Trieste nel 1983. Il 26 settembre di quell'anno lungo il canale di Ponterosso e presso le banchine del Porto Vecchio ci fu una grande «pesca facile» di passere, anguille e *canoce* stordite o morenti davanti a un fronte di acque anossiche proveniente dalle maggiori profondità del Golfo di Trieste.

Ma come hanno origine queste masse d'acqua di fondo povere o prive di ossigeno? Le acque del mare possono arricchirsi di ossigeno negli strati più superficiali in due modi: assorbendolo dall'atmosfera o trattenendo quello prodotto dai vegetali marini attraverso la **fotosintesi**. La diffusione dell'ossigeno dalla superficie in profondità, attraverso le **catene alimentari,** è però molto lenta. È evidente quindi che, mentre negli strati d'acqua superficiali l'ossigeno viene prodotto e consumato, negli strati profondi esso viene solo consumato con la **respirazione** e più in generale attraverso i processi di ossidazione della sotanza chimica proveniente dalla superficie. Questa domanda di ossigeno può essere soddisfatta soltanto attraverso la circolazione di acque che hanno costituito la loro dotazione di ossigeno ai livelli superficiali: le acque superficiali, ricche di ossigeno, scivolano lungo i fondali e sostituiscono le acque povere di ossigeno in profondità. Se per qualunque motivo questo trasferimento viene impedito si arriva alla formazione di acque anossiche.

A proposito del Golfo di Trieste, in seguito all'anossia del 1983, era stato ipotizzato, con grande scalpore della stampa d'oltralpe, che la migrazione e la moria fossero dovute a generalizzate condizioni di inquinamento. Questa ipotesi appare oggi del tutto infondata. Oltre che alle condizioni di scarso ricambio, legate alle vicissitudini meteorologiche, si sa ora che la mancanza di ossigeno nelle acque di fondo tra 22 e 25 metri nel Golfo di Trieste è legata a fatti strutturali. Da Punta Salvore veso Punta Tagliamento, infatti, si sviluppa tutta una serie di rilievi che si elevano fino a 22 metri circa costituendo di fatto un ostacolo all'advezione di acque meridionali più ossigenate. In altre parole da 22 a 25,5 metri, massima profondità in acque italiane, il Golfo di Trieste si comporta come un bacino a soglia, e in questo si può paragonare al Mar Baltico o al Mar Nero. La mortalità di pesci o altri organismi bentonici che si verificano talvolta nel Golfo di Trieste non sono altro che una risposta eccezionale indotta in questa situazione strutturale da particolari andamenti meteorologici e idrologici. La cattiva fama di mare inquinato ed **eutrofizzato** del Golfo di Trieste non è quindi fondata e si può respingere decisamente.

La fotografia in alto mostra il tipico fondo fangoso del Golfo di Trieste, normalmente abitato da ricche e diversificate comunità di animali. In basso, lo stesso fondo dopo l'anossia del 1983.

ECO DELLA STAMPA SCIENTIFICA

Lo sbiancamento dei coralli

Molti laboratori di biologia marina in diverse parti del mondo hanno recentemente osservato un fenomeno molto preoccupante: i coralli stanno perdendo i loro brillanti colori. I rossi, blu, gialli, verdi, ... stanno diventando bianco candido. Questo fenomeno, oltre a costituire una perdita di bellezza naturale, può essere letale per le barriere coralline, uno dei più ricchi e produttivi ecosistemi del mondo. Le cause possono essere molteplici (malattie, aumento della radiazione ultravioletta, inquinamento, cambio della salinità, ...), ma gli episodi dell'ultimo decennio sembrano essere collegati a un anormale aumento della temperatura dell'acqua. («Scientific American», gennaio 1993, p. 44)

Un freno per le petroliere

Gli incidenti di petroliere sono una calamità ricorrente nei mari di tutto il mondo. Spesso capitano quando il mare è grosso e le correnti forti: in queste circostanze i freni degli argani delle navi si surriscaldano e anche la catena più forte non regge allo sforzo. Un ingegnere britannico ha progettato un argano con uno speciale motore idraulico che tiene in tensione costante la catena dell'ancora, assecondando le sollecitazioni a cui la nave è sottoposta. Le simulazioni al computer hanno dimostrato che questo argano è in grado di assorbire l'energia della nave quando questa gira sull'ancora, mantenendola così in posizione senza rompere la catena. La Shell ha brevettato questo metodo ma poi non l'ha mai realizzato e i proprietari di petroliere non hanno intenzione di spendere di tasca propria. («Scientific American», aprile 1993, p. 86)

Nutrienti a domicilio

L'energia consumata da tutti gli organismi marini, piccoli e grandi, viene principalmente prodotta dai ***produttori primari*** *attraverso la* ***fotosintesi****, che avviene in superficie, nella* ***zona eufotica****, dove c'è luce sufficiente. Oltre alla luce, i produttori primari hanno bisogno anche di* ***nutrienti****, che generalmente si trovano sul fondo anche a migliaia di metri dalla superficie. Come fanno a procurarseli? È stato recentemente scoperto che alcune alghe funzionano da veri e propri fattorini espletando un servizio di «consegna a domicilio». Queste, tra cui la diatomea* Rhizosolenia, *sono in grado di coprire distanze enormi come quelle delle profondità oceaniche, utilizzando un meccanismo di regolazione ionica ancora non completamente compreso. («Nature», 24 giugno 1993, p. 675).*

Acque antiche nel Mediterraneo

Alcuni ricercatori italiani (guidati dalla prof. Maria Bianca Cita) hanno recentemente scoperto, sulla dorsale mediterranea, dei getti di acqua più calda che fuoriescono ad alta pressione dal fondo del mare dalla pila di sedimenti che vengono schiacciati dal processo di convergenza dell'Africa verso nordest. Già si sapeva che nella crosta terrestre, sotto il Mediterraneo, è intrappolata dell'acqua, ma non si pensava che fosse in quantità così elevata e che fuoriuscisse a pressione così alta. Questa scoperta potrebbe spiegare come mai il fondo del Mediterraneo abbia una temperatura piuttosto elevata anche a grandi profondità: a 4000-5000 metri ha infatti 13-14°C, contro i 2-3°C del fondo degli oceani, fatto che la teoria geochimica non spiega. Questi apporti sottomarini imprevisti dovranno essere inseriti nei calcoli dell'equazione del bilancio del flusso che finora teneva conto solo dei contributi del Po, del Volga, del Nilo e di Gibilterra. Dal punto di vista ecologico, poi, rappresenta un'immissione di acqua non inquinata da sostanze tossiche. (Della Vedova, Dipartimento di Ingegneria Navale del mare e per l'ambiente, Università di Trieste. Comunicazione personale)

LA SCIENZA IN CITTÀ

Passato e presente degli studi sul Mare Adriatico a Trieste

Sotto l'Austria

La storia degli studi sul mare a Trieste è lunga e abbastanza travagliata. Solo di recente, difatti, si è diffusa la consapevolezza che il mare va visto come un sistema in cui i componenti fisico-chimici (forma dei bacini, temperatura, salinità, flusso delle maree e delle correnti, gas e sali disciolti) non solo sono tutti interconnessi, ma influenzano e sono anche reciprocamente influenzati dai componenti biologici (soprattutto se tra questi si considera l'uomo). Per questo, l'oceanografia fisica e chimica dell'Adriatico e la biologia marina hanno avuto a Trieste, fino a pochi decenni fa, storie separate, e in certi periodi addirittura antagoniste.

Gli studi fisici risalgono al 1841, con l'inizio dell'attività dell'Osservatorio Marittimo dell'Imperial Regia

Accademia di Commercio e Nautica, quelli biologici, invece, cominciano più lentamente. È vero che l'Imperial Regia Accademia disponeva fin dal 1841 di laboratori ed insegnamenti di Scienze naturali, ma lo studio degli organismi era soprattutto sistematico e collezionistico (lo testimoniano le splendide collezioni conservate tuttora presso il Civico Museo di Storia Naturale). Per avere un luogo in cui studiare organismi vivi bisogna attendere il 1875, anno dell'inaugurazione della Stazione Zoologica di Passeggio Sant'Andrea (che dipendeva dall'Università di Vienna e di Graz). Nelle stanze della nobile palazzina che ospita questa Stazione compiono le loro ricerche di anatomia e fisiologia degli organismi marini vari studiosi e promettenti studenti (tra gli altri, il giovane Freud, che allora si occupava del sesso delle anguille...). Nel 1888 viene fondata, inoltre, la Società austriaca di pesca e pescicoltura, per valorizzare ed accrescere le conoscenze che del mare hanno pescatori e naviganti (parte del patrimonio di questa società è conservato presso il Museo del Mare).

Parallelamente, continuano a svilupparsi gli studi sulla meteorologia e sugli elementi fisico-chimici del mare che costituivano la ricerca viva all'Accademia di Commercio e Nautica, in piazza Hortis. Nel 1903 questo Osservatorio viene riorganizzato con nuove sottosezioni: chimica, oceanografia, sismica, geofisica e astronomia e gli viene assegnata la prestigiosa sede di Villa Basevi (in via Tiepolo).

I due dopoguerra

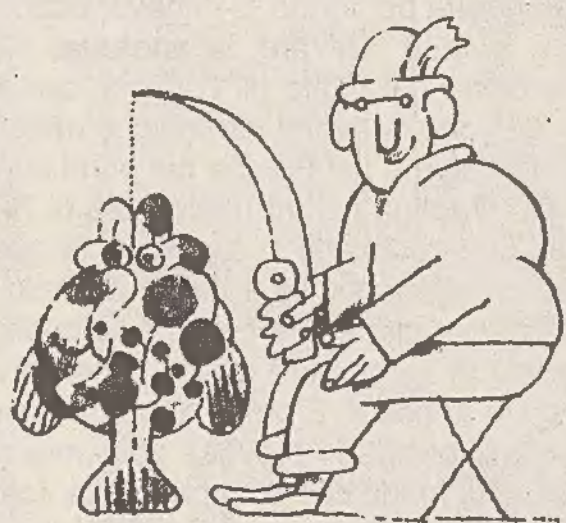
Dopo la Grande Guerra, la crescita parallela degli studi biologici e fisici si interrompe bruscamente. La Stazione Zoologica viene chiusa e per gli studi di biologia marina inizia una lunga stasi.

L'Osservatorio Marittimo, invece, passato alle dipendenze del Regio Comitato Talassografico Italiano, continua ed anzi accresce le sue attività. La sezione astronomica rimane in Villa Basevi, mentre le sezioni meteorologica, oceanografica e chimica (divenute Regio Istituto Geofisico) vanno ad occupare la sede di Passeggio S. Andrea (oggi viale Romolo Gessi) già della Stazione Zoologia. Nel 1939 il Regio Istituto Geofisico diventa **Istituto Talassografico** del CNR (come si chiama tutt'ora; anche l'ubicazione è rimasta la stessa, ma l'antica palazzina, bombardata nel 1944, è stata sostituita da un nuovo edificio). Sotto la direzione prima di Francesco Vercelli e poi di Mario Picotti, oltre ad importanti ricerche svolte nel Mediterraneo e nell'Oceano Indiano, l'Istituto Talassografico continua nel nostro mare il sistematico lavoro di misure e studi su maree e correnti che ha fatto dell'Adriatico, da questo punto di vista, il mare meglio studiato del Mediterraneo. In Adriatico in questi anni si compiono anche varie crociere oceanografiche per studiare le distribuzioni della temperatura, della salinità, dei gas e dei nutrienti disciolti nell'acqua.

Questi ultimi trent'anni

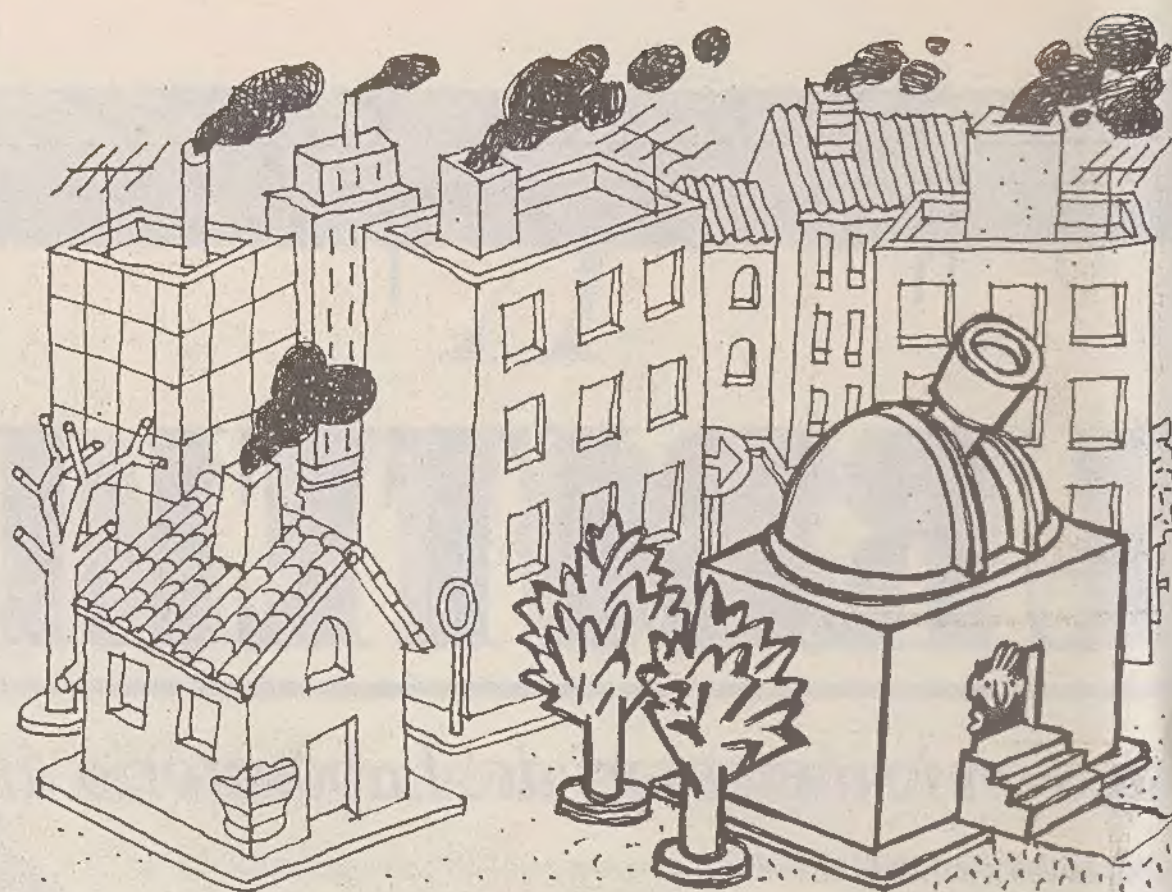
Nel 1962, con la fondazione presso l'Università dei corsi di laurea in Scienze Naturali e Scienze Biologiche e l'arrivo di docenti (Elvezio Ghirardelli, Sandro Pignatti, Edmondo Honsell...) interessati prima al

plancton e alle alghe, e poi anche ai popolamenti bentonici, alla pesca, all'acquacoltura e agli effetti dell'inquinamento, la biologia marina riprende a Trieste la tradizione interrotta dopo la Prima Guerra.

All'Università, altri istituti convergono sullo studio del Mare Adriatico, in particolare l'**Istituto di Geologia e Paleontologia** che, sotto la direzione prima di Anton Giulio Venzo e poi di Antonio Brambati, svolge studi sulla conformazione e la tipologia dei fondali del Mare Adriatico (e delle lagune di Grado e Marano) e sul regime delle coste (perché e come una spiaggia, ad esempio, avanza o arretra). Attraverso questi studi comincia a mostrarsi necessario, per lo studio del mare, un allargamento dell'orizzonte disciplinare. Dalla mineralogia, alla biologia degli organismi che producono e costituiscono il sedimento marino, alla storia degli insediamenti e degli interventi umani che modificano la forma delle coste e la composizione delle sostanze che

si depositano sul fondo o restano sospese, e, di conseguenza, l'intero ecosistema.

Intanto, nello studio della geofisica marina, al Talassografico si era affiancato l'**Osservatorio Geofisico Sperimentale** (OGS), che se, in un primo tempo si occupa solo di sismologia e di geofisica del sottosuolo, sotto la direzione di Ferruccio Mosetti si dota anche lui di Laboratori Marini, attrezzati per rilevare ed elaborare dati di corrente, di livello e chimico-fisici. Oggi, questi Laboratori (situati presso il bagno Ausonia) sono passati all'Istituto di Geodesia, ma l'OGS, che ha sede a Borgo Grotta, oltre alle sezioni di Geofisica della litosfera e Sismologia, comprende anche una sezione di Oceanologia e geofisica ambientale che si interessa dello studio della circolazione di masse d'acqua, dei processi fisici in mare con particolare riguardo alle interfacce (aria-mare, mare-costa, mare-fondale, ...) e della modellistica idrodinamica ed ecologica. Nel 1988 l'OGS acquista la nave Explora, l'unica nave geofisica italiana di proprietà di un ente di ricerca. L'OGS organizza campagne in tutto il Mediterraneo e in Antartico, ma, tra le aree considerate come prioritarie per le ricerche oceanografiche, il Bacino Adriatico resta sempre al primo posto.

Nel 1979, d'altro canto, si arriva finalmente alla costituzione ufficiale del **Laboratorio di Biologia Marina** (LBM), con sede nel castello neogotico dei Filtri di Aurisina, dove erano già confluiti i volumi della biblioteca della vecchia Stazione Zoologica. Le attività di questo istituto di ricerca, che dispone oggi di vari laboratori (chimica, geochimica, microscopia, colture, microbiologia, benthos) e di un centro elaborazione dati, spaziano su temi di oceanografia fisica, chimica e biologia marina.

Nel 1984 viene anche istituito il **Dipartimento di Biologia** dell'Università, molte delle cui sezioni si occupano di studiare aspetti della vita del Mare Adriatico. Sono attivi quattro laboratori: Plancton, Benthos, *Mollusca* e Algologia. Il Dipartimento collabora strettamente con il Laboratorio di Biologia marina, con una effettiva osmosi di personale, attrezzature e temi di ricerca.

Qualche progetto

In genere, oggi, anche a Trieste, la politica culturale degli istituti scientifici che si occupano del mare è tesa a fare in modo che collaborino assieme tutti gli istituti che in Provincia e in Regione (o anche fuori) possono aiutare a studiare un dato problema nel modo più integrato possibile. Un esempio è il Progetto di ricerca Alpe Adria sulle cause del fenomeno ''mucillagine'', al quale hanno partecipato, assieme all'LBM e al Dipartimento di Biologia, anche altri laboratori della Croazia, della Slovenia, di Venezia, di Fano e di Ancona. L'isolamento, la purificazione e la caratterizzazione chimica e chimico-fisica delle mucillagini è stata condotta dal Centro Ricerche **POLY-biòs**. Si tratta di un centro che ha sede presso l'Area di Ricerca e si occupa da diversi anni dello studio dei polisaccaridi prodotti dalle alghe e della valorizzazione delle alghe dell'Alto Adriatico, e che è inoltre coinvolto in vari progetti di ricerca sull'utilizzo delle alghe marine nell'alimentazione, nelle tecnologie biomediche, e anche nel controllo dell'inquinamento delle acque in Adriatico.

Un approccio ai problemi del mare che integri diverse conoscenze e tecnologie è lo scopo anche dell'**International Institute for Earth, Environmental and Marine Sciences and Technologies** (IIEM) uno dei tre istituti facenti capo all'ICS (International Centre for Science), con sede a Miramare. L'IIEM, in collaborazione con l'Istituto di Geologia e Paleontologia, il Dipartimento di Biologia dell'Università, l'LBM e il Centro di Ecologia Teorica e Applicata di Gorizia, sta organizzando corsi e sviluppando progetti di ricerca su vari argomenti come la gestione delle coste, il monitoraggio dell'inquinamento marino, la biologia e la geofisica del mare.

Accenniamo per ultimo al Progetto PRISMA (Programma di Ricerca e Sperimentazione per il Mare Adriatico). A questo progetto (preparato dal CNR e dall'ICRAM, e parte di un più ampio progetto del MURST a cui partecipano anche l'Istituto Superiore di Sanità e l'ENEA) a Trieste collaboreranno tutti gli enti e istituti nominati finora. Si tratterà di studiare: gli scambi da un sottobacino all'altro; i flussi di sostanze organiche e inorganiche; gli apporti fluviali e dal fondo; l'elaborazione di modelli sia idrodinamici sia ecologici.

SERGIO DOLCE
Direttore del Museo di Storia Naturale e del Museo del Mare, del Civico Aquario Marino e dell'Orto Botanico

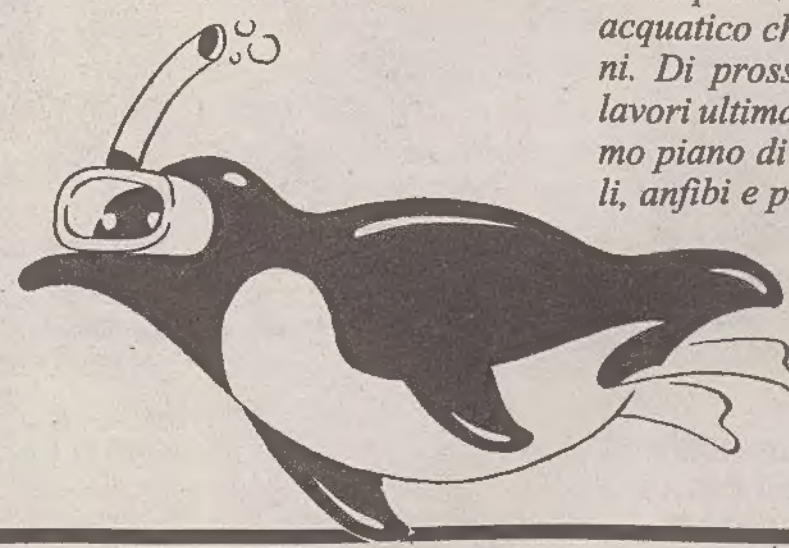
LA GAVDIOSA ISTORIA DELL'AQVARIO DI TRIESTE

A Trieste, città di mare, l'esigenza di un aquario civico sorse in seguito alla soppressione della Stazione Zoologica di Sant'Andrea, fondata nel 1875, ma caduta in abbandono con l'inizio della Prima Guerra mondiale.

Nel 1932 il Museo di Storia Naturale intraprese un primo tentativo con la costruzione di quattro vasche al primo piano della Pescheria Centrale. Il direttore di allora, il prof. Müller, presentò nello stesso anno un progetto che venne subito approvato e realizzato in pochi mesi, adattando gli impianti nei locali di un lato dell'edificio della Pescheria Centrale e precisamente della parte che comprende la torre dell'orologio. Il nuovo Aquario Marino, sezione del Museo di Storia Naturale fu inaugurato la sera del 21 aprile 1933.

Al piano terra erano state costruite 25 vasche con capacità diverse (da 200 a 2500 litri), mentre il principale elemento di richiamo della sala centrale era costituito da una grande vasca di 17000 litri (lunga 7 metri e larga 3), illuminata dall'alto. Negli Atti del Museo di Storia Naturale, Müller pubblicò tutti i dettagli relativi alla realizzazione dell'opera, precisando: «(...) L'Aquario di Trieste non è un istituto scientifico; tutt'al più, se si vuole, una istituzione per la divulgazione della scienza». Particolarmente ingegnoso il sistema di circolazione dell'acqua di mare, tuttora funzionante: l'acqua viene prelevata alla base del molo adiacente alla Pescheria e pompata nella torre dell'orologio a circa 10 metri di altezza; di qui passa in una vasca di decantazione, dalla quale viene poi erogata per caduta al piano terra. Il sistema è quindi un ciclo aperto che, pur mancando di un adeguato filtraggio, ha il vantaggio di sostituire continuamente l'acqua lasciando integro il suo contenuto di ***plancton****.*

La fauna ancor oggi ospitata al Civico Aquario è costituita da specie marine prevalentemente adriatiche comprendenti vari gruppi di celenterati, anellidi, molluschi, echinodermi, crostacei; tra i vertebrati, oltre ai pesci, sono presenti anche dei rettili, come le tartarughe marine, e degli uccelli, rappresentati da un gruppetto di pinguini (della famiglia degli sfeniscidi) provenienti dal Sud Africa. Il più famoso e longevo di loro è stato il pinguino Marco, che è vissuto nell'Aquario per ben 34 anni.

Recentemente la vecchia vasca centrale è stata sostituita con una nuova ottagonale da 7000 litri e un ampio recinto con ambiente sia acquatico che emerso per i pinguini. Di prossima inaugurazione, a lavori ultimati, l'esposizione al primo piano di un vivarium *con rettili, anfibi e pesci di acqua dolce.*

DALLE PAGINE PRECEDENTI

(segue dalla prima pagina)

Tesori il fondo al mare

In che modo si pensa di rendere compatibile lo sfruttamento del mare Adriatico dal punto di vista petrolifero o minerario con quello turistico e con la salvaguardia dell'ambiente marino e costiero?

È un problema molto generale, del cosiddetto sviluppo compatibile.

Per quanto riguarda il rischio petrolifero, comunque, molti non sanno che questo non è il primo giacimento rinvenuto in Adriatico o nei mari italiani, già sforacchiati da decine e decine di sondaggi a mare, oggi in produzione. I giacimenti a gas di Ravenna o di Vega nel Canale di Sicilia sono i più famosi. L'esperienza e la cultura per rendere compatibile lo sfruttamento dei giacimenti a gas o a petrolio con il turismo e, più in generale, con l'ambiente sono già state collaudate in Italia e, in particolare, nell'Adriatico. Nel caso di Otranto il rischio può derivare dalla profondità a cui si perfora. La tecnologia permette oggi di arrivare a qualsiasi profondità ma, man mano che aumenta la profondità, ovvero l'altezza della colonna d'acqua sovrastante i fondali, aumentano le difficoltà e quindi i rischi. Il giacimento di Otranto, con i suoi 800 metri, è uno dei più profondi al mondo, e sebbene il rischio teoricamente non esista, non si può purtroppo escludere l'imprevisto, l'imponderabile.

Direi però che, se può confortare o preoccupare di più, il problema nel Mediterraneo non è tanto il rischio di un disastro petrolifero derivante da sondaggi a mare, quanto piuttosto il traffico di petroliere: sono decine, centinaia le navi che transitano nel Mediterraneo. E di disastri in tempi recenti ne abbiamo avuti abbastanza!

Quali sono le prospettive per il futuro, cosa ci riserva il mare?

Per quanto riguarda il Mediterraneo, non ci si aspetta granché. Le aree più promettenti del Mediterraneo si trovano nei mari tunisini e libici. Prospettive esistono anche in Egeo, in prossimità della costa turca e, più vicino a noi, nei mari albanesi, oltre ai già citati mari di Sardegna e Calabria. Il Mediterraneo, oltre al petrolio, non offre altre risorse minerarie.

Nel resto del pianeta, invece, le risorse minerarie, oltre che biologiche, vengono ormai dal mare. La risorsa terreste sta esaurendosi, ma sotto gli oceani, in fondo ai mari esistono enormi giacimenti praticamente inesauribili di argento, oro, rame, ferro, zinco, cromo, nichel, titanio, zircone, cobalto, stagno... Oggi, malgrado le tecnologie siano all'altezza, si sfrutta solo una parte molto modesta di queste risorse, quella più vicina alle coste; il resto rimane dov'è per opportunità di ordine internazionale, sino a quando non si perverrà a un accordo globale a garanzia e beneficio di tutti, sia dei paesi più avanzati che posseggono le tecnologie per lo sfruttamento sia di quelli in via di sviluppo.

Ma al di là dei problemi di ordine politico, una cosa è certa: nel mare stanno la ricchezza e il futuro dell'umanità.

(segue dalla prima pagina)

Adriatico

Qual è lo stato di salute del Mare Adriatico, come ecosistema? E quanto *stabile* è l'ecosistema del bacino adriatico, al di là di fenomeni temporanei come le fioriture algali, le anossìe, le mucillagini?

L'area soprattutto settentrionale del bacino adriatico è un'area estremamente variabile; è molto sensibile, ma ha elevate capacità di reazione. È un ecosistema abituato da sempre a scarti di temperatura, di salinità, di apporto di nutrienti, talmente ampi, che riesce a reagire in tempi piuttosto brevi.

I sistemi cosiddetti *giovanili* (e l'Alto Adriatico in senso lato può essere considerato come un ecosistema sempre in fase giovanile) reagiscono molto rapidamente a qualunque tipo di evoluzione, perché sono più resistenti, più «rustici». In un ecosistema, stabile, come quello oceanico, piccole variazioni possono determinarne improvvisamente il crollo; perché è molto più delicato, e in un certo modo più rigido.

Io penso che il sistema abbia buone capacità di reazione e si sia stabilizzato. Quello che certamente bisogna fare è eliminare i punti confinati in cui si va in situazioni di eutrofizzazione; il che non è neanche tanto difficile, perché basta evitare di dare energia a sistema confinati.

In alto Adriatico si sono osservate recentemente variazioni di rilievo nella composizione della flora e della fauna, e nella biodiversità?

Un ecosistema giovanile, come quello dell'Alto Adriatico, ha poche specie e un'alta biomassa. Via via che si scende lungo l'asse del bacino, aumenta la diversità e diminuiscono, di conseguenza, il numero di individui per ciascuna specie, mentre in linea generale diminuisce la biomassa. Ma il punto è: complessivamente la diversità sta diminuendo o sta aumentando? In alcuni anni sicuramente è scesa; abbiamo osservato che dall'87 in poi c'è stato un calo della diversità del **fitoplancton**. Per quanto riguarda le altre componenti, invece, cioè quelle di ordine superiore (i **consumatori**, diciamo), questo calo della diversità non è stato osservato. Ma la sequenza di dati è troppo breve per poter evidenziare con sicurezza qualunque tipo di tendenza.

Quando si parla di vita nel mare vengono in mente per lo più grandi invertebrati, pesci, addirittura cetacei; invece lo studio delle catene alimentari ci insegna che la maggior parte della vita del mare e della produzione di biomassa avviene a livello microscopico. Quali sono i più recenti sviluppi della ricerca in questo senso?

Fino a poco tempo fa si pensava che i **produttori primari**, che operano la **fotosintesi**, fossero microscopici organismi vegetali che vivono in sospensione in mare: il fitoplancton. Ma in mare esistono forme di vita ancora più piccole (i **batteri**): e si riteneva che i batteri fungessero prevalentemente da demolitori della sostanza organica prodotta ai livelli superiori. Grazie alle tecniche di osservazione e di analisi moderne si è scoperto invece che i batteri sono molto più abbondanti di quanto si ritenesse una volta, e che almeno metà dei batteri sono produttori primari, cioè possono effettuare le fotosintesi. Quindi quella che era la catena alimentare si sta via via completamente ridefinendo. Si comincia a pensare che, soprattutto in alcuni sistemi di acque basse, come le nostre, a determinare gran parte della produzione sia il *microbial loop*, cioè la produzione di energia derivata dall'azione fotosintetica dei batteri e non la classica catena fitoplancton-zooplancton-... Si presume, cioè che i batteri in sospensione e presenti nel sedimento svolgano un ruolo fondamentale su tutta la colonna d'acqua. E questo è uno dei campi di ricerca più fertili che si siano aperti di recente.

Editore: Società Editoriale Libraria per azioni
Stampato presso: O.T.E. via Guido Reni 1.
Pubblicazione registrata al Tribunale di Trieste, n. 773 del 24-1-1990
Direttore responsabile: Margherita Hack
In redazione: Piero Budinich, Simona Cerrato, Ettore Panizon
Grafica: Giovanna Maiani
Disegni: Giuliano Comelli
Hanno collaborato: Aura Bernardi, Nicoletta Grandi